

Le chanvre, associé à la chaux, a souvent été l'isolant préféré des écoconstructeurs de la première heure. Depuis quelques années, la concurrence d'autres ressources naturelles s'est affirmée. Les procédés de construction en chanvre ont-ils évolué? Sont-ils toujours dans la course des écomatériaux favoris? Des questions d'autant plus cruciales que la France, avec 10 000 hectares de culture, en est le premier producteur européen.

• DOSSIER RÉALISÉ PAR JEAN-CLAUDE MENGONI ET NOLWENN WEILER

DOSSIER

CHANVRE, UN ISOLANT STUPEFIANT



En construction neuve ou en rénovation, le chanvre a su trouver sa place. Ici, un remplissage moderne en chanvre-chaux projeté au sein d'un mur à colombage.

Cultivé depuis plusieurs milliers d'années, le chanvre (*Cannabis sativa*) — sans son principe actif — possède de multiples usages. Les fibres de sa tige ont longtemps servi à confectionner des vêtements, puis des voilages de bateau, des cordages ou encore du papier, tandis que l'on utilisait les graines pour fabriquer des huiles alimentaires et des onguents. Au XX^e siècle, les fibres de coton, puis les fibres synthétiques, ont peu à peu supplanté le chanvre, qui a quasiment disparu des campagnes occidentales. Depuis une quinzaine d'années, il connaît un nouvel essor dû au développement de l'écoconstruction, grâce à deux ingrédients : les fibres, utilisées pour fabriquer des rouleaux ou des panneaux isolants, et la chènevotte, issue du cœur de la tige, qui sert à confectionner des bétons et mortiers. L'un et l'autre s'utilisent également en vrac.

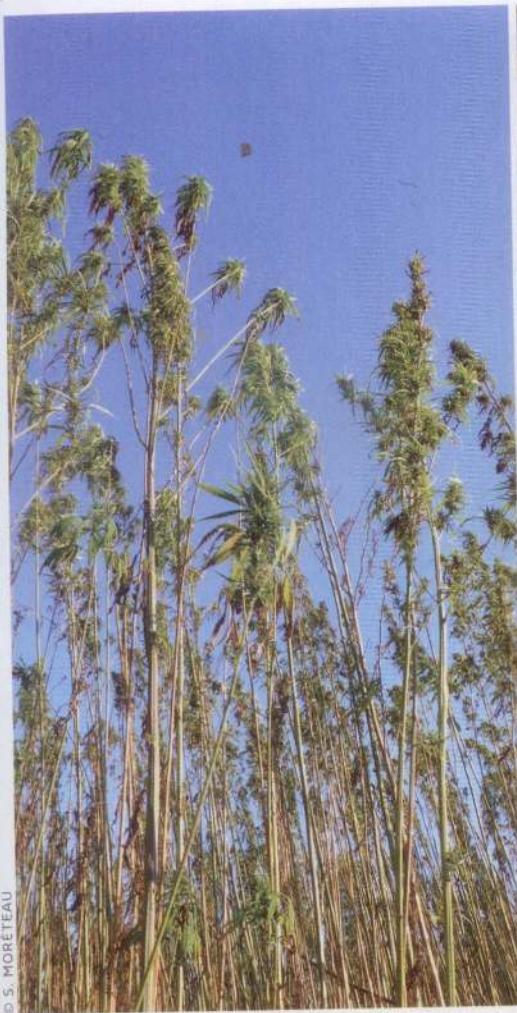
DE LA CULTURE À LA CONSTRUCTION

Entre 9 000 et 10 000 hectares de chanvre sont cultivés chaque année en France. Semé à la fin du printemps, le chanvre pousse vite. Il couvre rapidement le sol et empêche les mauvaises herbes de croître, évitant ainsi le désherbage — trop souvent chimique dans nos campagnes. Réputée « facile » en raison du peu de soins que les agriculteurs ont à y apporter, la culture du chanvre ne peut pas se faire n'importe où. « C'est une plante qui aime l'eau et la chaleur », détaille Philippe Lambert, chanvrier dans le Perche. On

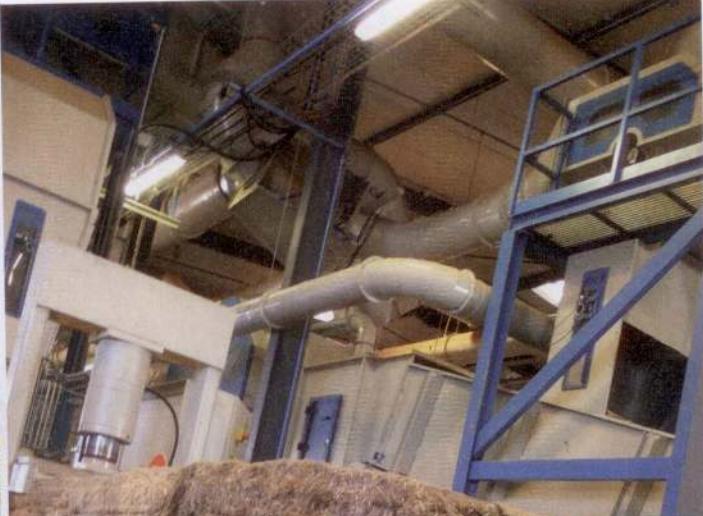
lui donne en général la meilleure terre, avec des limons profonds qui abritent de bonnes réserves d'eau. » Les sols tassés ou trop humides sont à éviter. Planté au bon endroit, le chanvre poussera sans qu'il soit nécessaire de l'irriguer, sauf cas de sécheresse majeure. Défini comme « restructurant pour le sol » en raison de la profondeur de ses racines, le chanvre ne doit pas être cultivé plusieurs années de suite sur la même parcelle. « La rotation, c'est la base de l'agriculture », précise Philippe Lambert, qui cultive aussi du blé, de l'orge et du colza, et qui conseille pour le chanvre une rotation de trois ou quatre ans. Toutes ces précautions ne suffisent pas nécessairement à empêcher les ravageurs type limaces, escargots, altises ou mouches, de venir se régaler. Il arrive donc à ceux et celles qui n'ont pas le label AB de traiter leurs champs de chanvre aux pesticides. Mais c'est apparemment assez rare.

UN DÉFIBRAGE 100 % MÉCANIQUE

Toute la plante de chanvre peut être valorisée. Les graines — ou chènevets — servent à l'oisellerie, à la pêche de loisir, à la confection de cosmétiques ou d'huile alimentaire. De la paille, on tire les fibres et la chènevotte. La récolte est une vraie difficulté, tant la plante est solide. « Si elle s'accroche quelque part, elle bloque tout », décrit Philippe Lambert. « Et pas question de tirer dessus comme on peut le faire avec la paille "classique". Il faut être équipé d'un couteau bien aiguisé pour tailler le chanvre. » Après le fauchage réalisé par faucheuse à lame ou une conditionneuse aménagée, les tiges sont mises en andains



10 000 hectares de chanvre sont à ce jour cultivés en France, ce qui situe notre pays en tête des producteurs européens.



Arrivé des champs sous forme de bottes pressées, le chanvre passe ensuite sur une chaîne de production où il est dépoussiéré et calibré.



pour le séchage, pour atteindre le taux d'humidité requis, environ 16 %. Puis une presse spéciale serre les bottes, qui seront acheminées vers l'atelier de défibrage où l'on sépare mécaniquement les fibres de la chènevotte.

Autrefois, on avait recours au rouissage: les tiges étaient plongées dans l'eau pendant quelques jours pour faciliter le défibrage. Chaque ferme, ou presque, possédait son routoir ou « mare au chanvre ». Aujourd'hui, la séparation fibres et chènevotte se fait à sec, avec des machines conçues à cet effet. Elles assurent aussi le tri, le dépoussiérage et le tamisage de la chènevotte, qui représente 55 à 60 % de la paille. Le reste est constitué de fibres (30 à 35 %) et de poussière (10 à 20 %).

Pour cette étape de défibrage, il existe des lignes industrielles prêtes à l'emploi qu'utilisent les entreprises traitant d'importants volumes de chanvre. On trouve aussi des machines autoconstruites, comme celle d'Éco-Pertica (centre de ressources sur l'écoconstruction situé dans le Perche), qui a été fabriquée à partir d'un broyeur, de deux vieilles moissonneuses-batteuses et d'une ancienne presse. En plus du plaisir passé à construire et à réfléchir collectivement, ces machines « fabriquées maison » offrent l'avantage d'être peu chères. Celle d'Éco-Pertica a coûté environ 50 000 euros, et a obtenu le label CE, qui garantit la sécurité des salariés qui l'utilisent.

Pour confectionner panneaux et rouleaux, en revanche,

le bricolage ne suffit pas. Il faut faire appel à du matériel de défibrage industriel. Les fibres doivent arriver bien affinées et souples, et contenir le moins de chènevotte possible (2 à 3 % maximum, 1 % dans l'idéal). S'il y en a trop, la qualité des panneaux finaux s'en trouve amoindrie — la capacité isolante de la chènevotte étant moins bonne que celle des fibres. Les fibres de chanvre sont mélangées à froid avec un liant, une fibre polyester thermofusible, puis acheminées vers un système de nappeuse, qui permet d'obtenir un produit homogène. La forme « panneau » se dessine à cette étape. Le tout passe rapidement dans un four (100 à 160 °C). La fibre thermofusible fond et agglomère le tout. Le produit final est prêt. Il ne reste plus qu'à le découper, en rouleaux ou en panneaux. Outre le conditionnement, rouleaux et panneaux possèdent des densités différentes: les panneaux sont les plus denses.

DES QUALITÉS TECHNIQUES INTÉRESSANTES

La structure interne du chanvre offre un excellent compromis entre performances thermique et acoustique. D'après Laurent Arnaud, enseignant-chercheur, responsable Matériaux et systèmes constructifs à performances multiphysiques au Laboratoire de génie civil et bâtiment de l'ENTPE de Lyon (École nationale des travaux publics de l'Etat), « le chanvre n'a pas encore révélé toutes ses possibilités. Nos recherches devraient déboucher





En construction neuve, les blocs de chanvre sont mis en œuvre autour d'une structure porteuse. La maison est « enveloppée », sans aucun pont thermique.

sur des innovations fortes d'ici 3 à 5 ans. Déjà, nous avons démontré la capacité d'absorption importante du chanvre en acoustique, meilleure que les fibres de bois par exemple. Nous sommes au début d'une reconnaissance bien méritée! Autre qualité majeure : le chanvre est très performant sur le plan hygrométrique. Il absorbe et relâche de la vapeur d'eau quand les taux d'humidité relative varient. Ces mouvements sont accompagnés de phénomènes de stockage et de restitution de calories [voir ci-dessous] qui améliorent les performances thermiques de l'habitat. Les isolants biosourcés et en particulier les produits à base de chanvre possèdent là un avantage sur les laines minérales et autres isolants carbonés (polyuréthanes, polystyrènes). »

CHANGEMENT NATUREL DE PHASE

Le chanvre est un matériau dont les très nombreux pores varient du millimètre au nanomètre. En hiver, l'humidité en excédent⁽¹⁾ présente dans un bâtiment isolé en chanvre pénètre dans les macro-pores sous forme de vapeur d'eau. Elle migre ensuite peu à peu vers les nano-pores où elle se transforme en eau liquide. Ce phénomène, appelé « condensation capillaire », libère de l'énergie — gratuite — qui est stockée dans les parois. Ces apports d'énergie dépassent de loin la légère baisse de performance thermique due à la présence d'eau au sein du matériau. En corollaire, l'humidité relative de l'habitation diminue, la

température des parois augmente et le confort s'améliore. Premier bon point pour la performance thermique.

Au printemps et en été, l'humidité relative intérieure baisse. Le phénomène inverse se produit. L'eau liquide stockée se vaporise. Le phénomène est très lent et trouve son pic en été. Il y a alors absorption d'énergie — toujours gratuitement —, ce qui ralentit le réchauffement de l'habitation. Voilà un second bon point pour le confort d'été. C'est la raison pour laquelle nous sommes souvent étonnés du confort ressenti dans les logements isolés en blocs de chanvre-chaux ou avec un enduit épais chaux-chanvre — alors qu'une simulation basée sur le seul paramètre de la conductivité soulignerait une performance thermique théorique assez moyenne, voire modeste. Preuve que les modèles de calcul qui gèrent les réglementations thermiques, dont la nouvelle RT 2012, sont incomplets. Comme le souligne Laurent Arnaud, « nous savons maintenant qu'au-delà de la conductivité d'autres caractéristiques influencent les performances thermiques d'un matériau ou d'une paroi. Il y a là matière à investigation considérable. Rappelons-nous que l'énergie dégagée pour le changement de phase de l'eau est énorme, 10 à 100 fois plus importante que celle dégagée par les changements d'état des associations paraffine-acides gras ou autres gels de silice issus des labos de recherche de l'industrie chimique! »



En construction neuve, les blocs de chanvre sont mis en œuvre autour d'une structure porteuse. La maison est « enveloppée », sans aucun pont thermique.

sur des innovations fortes d'ici 3 à 5 ans. Déjà, nous avons démontré la capacité d'absorption importante du chanvre en acoustique, meilleure que les fibres de bois par exemple. Nous sommes au début d'une reconnaissance bien méritée ! Autre qualité majeure : le chanvre est très performant sur le plan hygrométrique. Il absorbe et relâche de la vapeur d'eau quand les taux d'humidité relative varient. Ces mouvements sont accompagnés de phénomènes de stockage et de restitution de calories [voir ci-dessous] qui améliorent les performances thermiques de l'habitat. Les isolants biosourcés et en particulier les produits à base de chanvre possèdent là un avantage sur les laines minérales et autres isolants carbonés (polyuréthanes, polystyrènes). »

CHANGEMENT NATUREL DE PHASE

Le chanvre est un matériau dont les très nombreux pores varient du millimètre au nanomètre. En hiver, l'humidité en excédent⁽¹⁾ présente dans un bâtiment isolé en chanvre pénètre dans les macro-pores sous forme de vapeur d'eau. Elle migre ensuite peu à peu vers les nano-pores où elle se transforme en eau liquide. Ce phénomène, appelé « condensation capillaire », libère de l'énergie — gratuite — qui est stockée dans les parois. Ces apports d'énergie dépassent de loin la légère baisse de performance thermique due à la présence d'eau au sein du matériau. En corollaire, l'humidité relative de l'habitation diminue, la

température des parois augmente et le confort s'améliore. Premier bon point pour la performance thermique.

Au printemps et en été, l'humidité relative intérieure baisse. Le phénomène inverse se produit. L'eau liquide stockée se vaporise. Le phénomène est très lent et trouve son pic en été. Il y a alors absorption d'énergie — toujours gratuitement —, ce qui ralentit le réchauffement de l'habitation. Voilà un second bon point pour le confort d'été. C'est la raison pour laquelle nous sommes souvent étonnés du confort ressenti dans les logements isolés en blocs de chanvre-chaux ou avec un enduit épais chaux-chanvre — alors qu'une simulation basée sur le seul paramètre de la conductivité soulignerait une performance thermique théorique assez moyenne, voire modeste. Preuve que les modèles de calcul qui gèrent les réglementations thermiques, dont la nouvelle RT 2012, sont incomplets. Comme le souligne Laurent Arnaud, « nous savons maintenant qu'au-delà de la conductivité d'autres caractéristiques influencent les performances thermiques d'un matériau ou d'une paroi. Il y a là matière à investigation considérable. Rappelons-nous que l'énergie dégagée pour le changement de phase de l'eau est énorme, 10 à 100 fois plus importante que celle dégagée par les changements d'état des associations paraffine-acides gras ou autres gels de silice issus des labos de recherche de l'industrie chimique ! »

LE CHANVRE DANS TOUS SES ÉTATS

© S. MORÉTEAU



La partie défibrée du chanvre s'appelle la chenevotte. Elle peut être utilisée brute, mais les fabricants recommandent de la stabiliser en phase humide avec de la chaux.

© TERRACHANVRE



Tout nouveau produit, la ouate de chanvre est un isolant qui se met en œuvre avec une machine à insuffler.

© S. MORÉTEAU



La laine de chanvre sert à la confection de panneaux souples isolants.

© S. MORÉTEAU



La chenevotte est généralement utilisée avec un liant (chaux, terre, plâtre) pour la confection de mortiers, d'enduits ou de briques isolantes.

Le chanvre et l'absorption phonique

Le chanvre est un matériau dit à « porosité ouverte »; ses pores communiquent entre eux. Cette particularité favorise le déplacement de l'air — et donc du son — en son sein. Les bruits aériens, largement absorbés, sont ainsi fortement atténués. Le chanvre permet notamment une maîtrise des phénomènes de brouhaha caractéristiques des lieux publics clos. Un centre commercial situé à Sens a adopté ce matériau. « On a offert à la filière chanvre un test grandeur nature, résume Guy Schiever, directeur technique du groupe du même

nom, propriétaire du lieu. Nous avons réalisé un mur en béton de chanvre projeté de 300 m². L'intérieur sera enduit par un mélange de chaux et de chenevotte. Nous avons également truffé le plafond de la galerie commerciale de panneaux de chanvre bi-densité fabriqués spécialement par la coopérative CAVAC installée en Vendée, grâce à l'aide technique de l'ENTPE. Nous sommes persuadés que le chanvre constitue un meilleur absorbeur acoustique que les dalles de faux plafond en laine minérale. » Le chanvre vit-il à Sens le début d'une reconnaissance nationale ?

CHANVRE, UNE DIVERSITÉ DE MATÉRIAUX

Les bétons, les briques et les mortiers de chanvre naissent de l'union d'un ou plusieurs liants (souvent de la chaux, parfois du plâtre ou encore de la terre) et de la chenevotte. Les panneaux et rouleaux de fibres proviennent, comme on l'a dit, du mariage de fibres de chanvre, d'un liant synthétique, souvent du polyester et, dans certains cas, d'un retardateur de feu (carbonate de sodium ou autre). La chenevotte est également utilisée en l'état, en vrac, par quelques autoconstructeurs. Une liste des fabricants et des caractéristiques de leurs produits respectifs est proposée dans notre « Guide des isolants 2012 » (LME n° 67). Vous l'avez sous les yeux ? Parfait ! Étudions les avantages et inconvénients de chacun ainsi que les usages les plus adaptés.

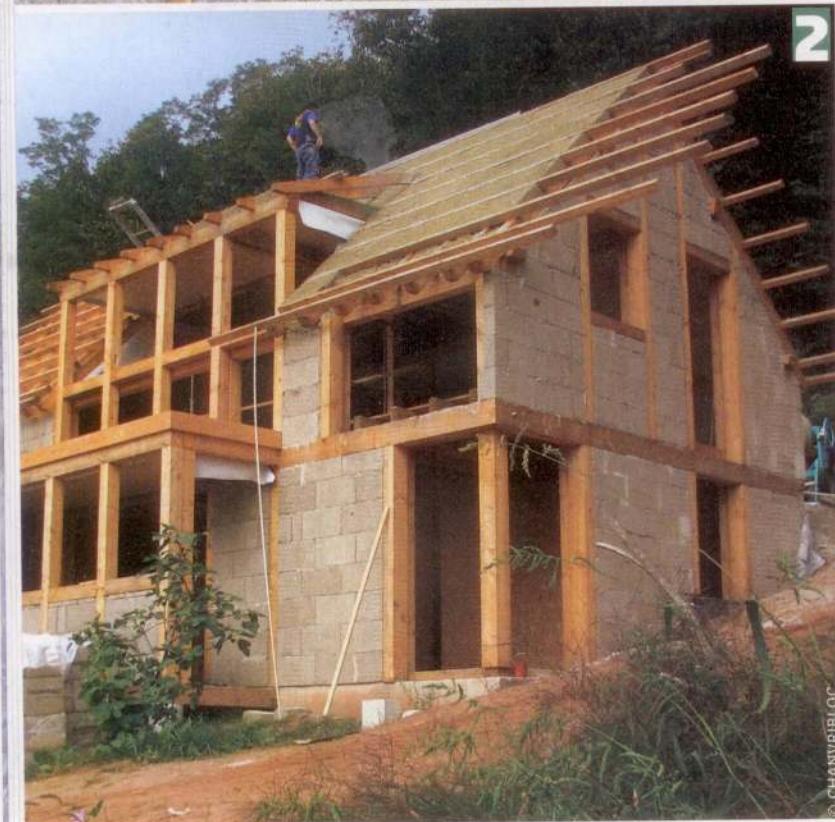
Panneaux et rouleaux

Nous l'avons vu, le chanvre semble déborder de qualités. Et pourtant, la majorité des revendeurs que nous avons interrogés dans le cadre de ce dossier nous affirment un tassement des ventes des fibres de chanvre. Comme le souligne Alain Freydt, qui gère Quint'essence Scop, négocié spécialisé dans la Drôme, « les isolants en fibres de chanvre (laine de chanvre) sont apparus en France bien avant les autres ».



UN MATÉRIAUX AUX MULTIPLES MISES EN ŒUVRE

1. Panneaux de laine de chanvre utilisés en isolation extérieure.
2. Murs en blocs de chanvre.
3. Dalle isolante en chaux-chambre.
4. Mur banché en chaux-chambre et sa banche en plaque OSB.



isolants biosourcés, telles que les fibres de bois ou même la cellulose. Il y a 10 ans, les fibres de chanvre dominaient le marché français des isolants naturels. Depuis, les prix stagnent ou ont tendance à augmenter. Les coopératives de production et les transformateurs de chanvre semblent en effet s'être assouplis et n'ont pas vu arriver la déferlante cellulose et fibres de bois. Emmanuel Nattier, dirigeant de Robinson Matériaux Sains, abonde en ce sens : « Le chanvre possède une image de produit très naturel, cultivé en France. Des acheteurs, souvent des particuliers, sont sensibles à ces particularités. Par contre, les professionnels, pour la plupart, se tournent vers les fibres de bois ou la cellulose, plus compétitives. » La concurrence, le coût de la main-d'œuvre, ainsi que l'amélioration des processus de fabrication des fibres de bois et de la cellulose entraînent en effet une baisse régulière de leurs prix depuis quelques années.

Autre bémol, certaines laines de chanvre de faible densité (25 kg/m³ et moins) contiennent beaucoup d'humidité. Un isolant, sans doute, mais dans ce cas particulier, le réseau des fibres n'est pas suffisamment dense pour empêcher des phénomènes de convection à l'intérieur du matériau, ce qui a pour effet de réduire la performance thermique et acoustique.

Enfin, la forte diffusivité de ces laines de chanvre, peu lourdes n'est pas propice à une isolation

Projection d'enduit chanvre sur le mur courbe de l'Arche des petites bêtes du zoo de Thoiry.
Réalisation finie à droite.

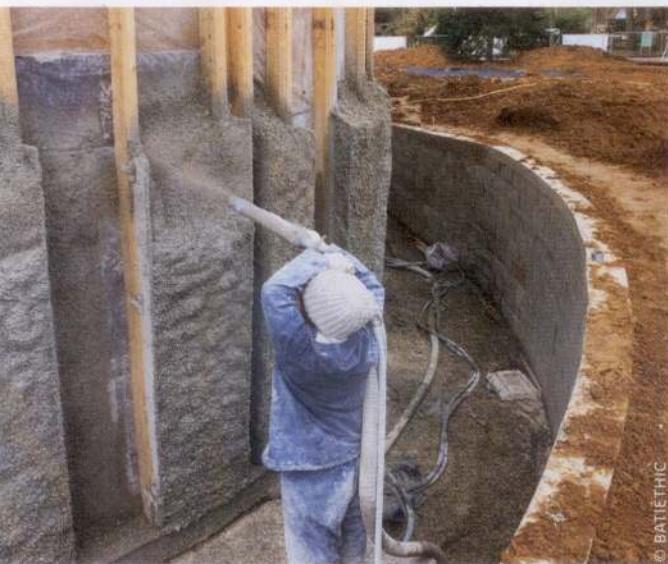


Tableau comparatif des solutions « chanvre » – bétons et enduits

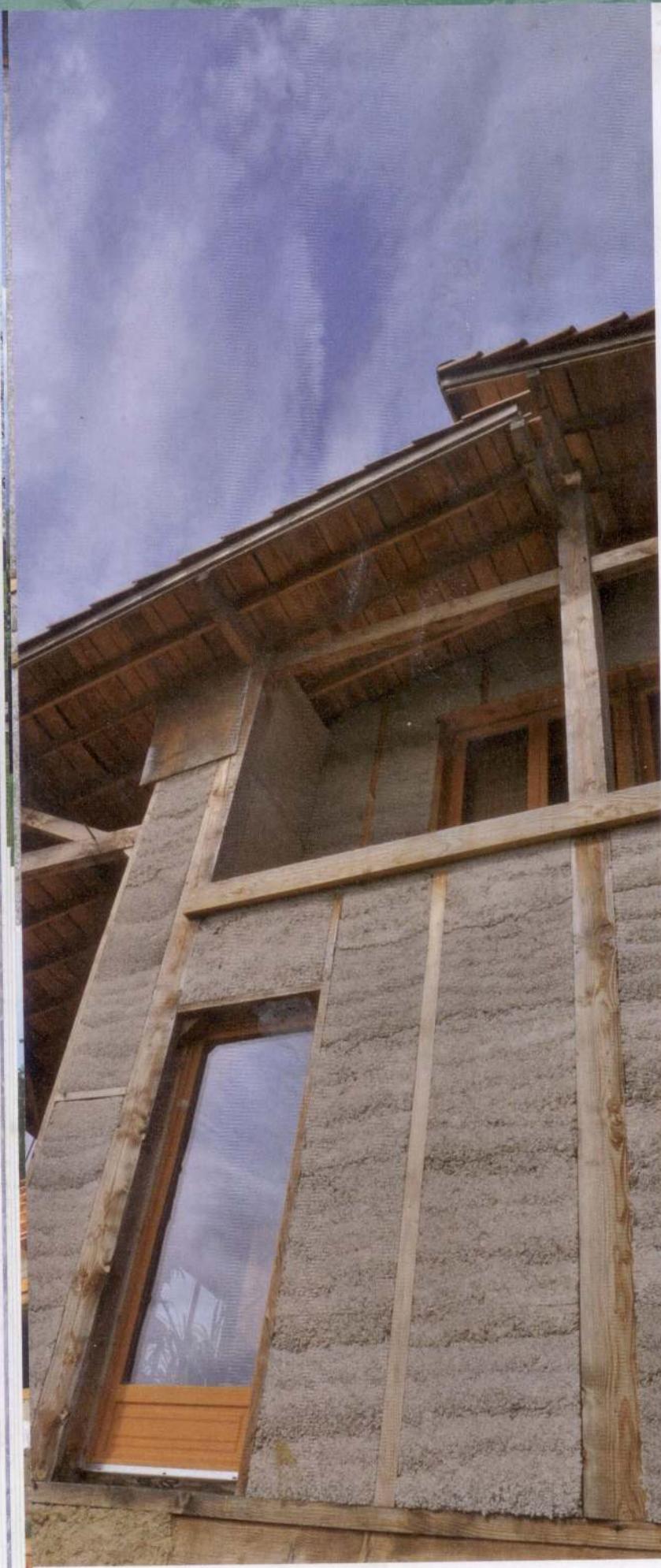
	BRIQUES CHANvre-CHAUX (EXEMPLE CHANVRIBLOC)	BÉTONS DE CHANvre PROJETÉS	ENDUIT CHAUX (OU AUTRE LIANT ^a) ET CHANvre	CHANvre STABILISÉ
Composition	Chaux hydraulique, chènevotte, ciment prompt (accélération du séchage), eau	Chaux hydraulique, chènevotte, eau, et parfois pouzzolane.	Chaux hydraulique et aérienne (ou autre liant ^a), chènevotte, eau, et parfois pouzzolane.	Chènevotte, eau, chaux aérienne
Densité (kg/m ³)	120	220 (murs) 120 (toiture)	350 à 400	250
Conductivité thermique ^b (λ , en W/(m.K))	0,070 ^c	0,085 (murs) 0,060 (toiture)	0,110 à 0,150	0,070
Chaleur spécifique (J/kg.K)	1700	1700	1500	1950
Performance acoustique	bonne	bonne	Moyenne à bonne (selon épaisseur et dosage).	bonne
Avantages majeurs	Solution « 3 en 1 » : isolation, revêtement, et pourquoi pas finition intérieure. Solution sèche.	Souple ^d , solution « 3 en 1 », possibilité de courbes et rondeurs.	Souple ^d , solution « 3 en 1 », possibilité de courbes et rondeurs.	Coût réduit, mise en œuvre aisée.
Inconvénients	Transport coûteux.	Difficile à réaliser en intérieur si maison habitée. Pas de location de machine aux autoconstructeurs pour l'instant.	Mise en œuvre technique et longue (sauf si banchage).	Domaine d'emploi restreint.
Emplois privilégiés	Mur : isolation intérieure ou entre poteaux + isolation extérieure avec enduit chaux-sable protecteur, semelle hydrofuge et débord de toit. Sol : posé à plat sur dalle pleine. Cloisons intérieures.	Murs : isolation intérieure ou entre poteaux + isolation extérieure avec enduit chaux-sable protecteur, semelle hydrofuge et débord de toit. Toit : isolation par l'extérieur. Cloisons intérieures.	Enduits intérieurs en amélioration thermique du bâti existant.	Dépôt entre solives pour amélioration acoustique et thermique. Cloisons intérieures. Isolation entre montants d'ossature.
Épaisseur mur pour R=3,7 (pour accéder au crédit d'impôt)	30 cm ou 20 cm et 4 cm de laine de chanvre	Hors cadre	Hors cadre	Hors cadre
Remarques	Briques non porteuses.	Temps de séchage : 1 mois.		Attention à l'apport d'eau sur les planchers existants.

^a Terre ou plâtre gros par exemple.

^b Valeurs moyennes. Plus il y a de liant, moins bonne est la performance thermique.

^c Performance un peu moindre si assemblage au ciment-colle fin, mais plus fortement dégradé si assemblage au mortier chaux épais.

^d Peut supporter des niveaux de déformation élevés, caractéristique intéressante dans le bâti ancien.



Remplissage d'une ossature bois porteuse avec un mélange isolant en chaux-chanvre banché.

d'été performante. Même si cette faiblesse est en partie compensée par les phénomènes de changement de phase. Sans céder à une simplification facile, si votre souhait est d'utiliser de la laine de chanvre en isolation de parois largement exposées au soleil d'été (toiture, mur sud et ouest), une bonne solution consiste à choisir une laine de densité suffisante (40 kg/m³ et plus) ou encore mieux, associer la laine de chanvre de faible densité à un isolant plus dense, tel que les panneaux de fibres de bois.

Toutefois, n'oublions pas que le chanvre participe généralement à l'économie locale. Des filières apparaissent peu à peu dans toutes les régions françaises, souvent par le biais de petites structures agricoles et artisanales associées. Un critère à prendre en compte...

Bétons et briques de chanvre

Les premières applications du mélange chaux-chèvre se limitaient à des enduits épais posés à la main ou en banchage. En 1998, Olivier Duport, créateur de la société Chanvribloc, a imaginé une fabrication en atelier de briques non porteuses. L'objectif: disposer sur le chantier d'un produit déjà sec, facile à mettre en œuvre par tout (apprenti-)maçon qui se respecte. Depuis, les procédés ont évolué, les mélanges se

Tableau comparatif des solutions « chanvre » – laines

	FIBRES DE CHANVRE	FIBRES DE BOIS SEMI
Composition	Fibres de chanvre, liant (6 à 15 %), ignifuge.	Bois, liant (2 ignifuge).
Densité (kg/m ³)	15 à 45	40 à 55
Conductivité thermique (λ, en W/(m.K))	0,040 à 0,048	0,038 à 0,042
Chaleur spécifique (J/kg.K)	1300 à 1700	1600 à 2300
Performance acoustique	Bonne à très bonne (en cloison, veiller à un contact parfait avec l'ossature, difficile à obtenir avec des densités faibles).	Moyenne à bonne
Avantages majeurs	Meilleure conductivité thermique que les autres solutions chanvre.	Bonne capacité et confort d'isolation.
Inconvénients	Outil spécial nécessaire pour la découpe.	Attention aux parois lointaines.
Emplois privilégiés	40 kg/m ³ et + : toiture. 30 kg/m ³ et + : entre ossature. Faible densité : isolation horizontale ou à combiner avec des isolants moins diffusifs.	Tous, sauf en sol.
Épaisseur mur pour R=3,7 (pour accéder au crédit d'impôt)	15 à 18 cm	14 à 16 cm
Remarques	Privilégier les filières locales et les produits ignifugés.	Privilégier les filières locales.

Recette⁽³⁾ enduit chaux-chanvre léger

La préparation du support est essentielle (mur ancien, brique, béton cellulaire ou parpaing). En rénovation, retirer l'ancien enduit. Bien nettoyer et gratter les joints friables. Si nécessaire, remplir les trous les plus importants avec un mélange chaux hydraulique (NHL 3,5) et sable 0/4. Poser des protections au sol, au plafond et sur les huisseries. Fixer les gaines électriques au mur.

Pour la première couche, appelée gobetis, faire un mélange très liquide de chaux hydraulique NHL 3,5 (60 %) et de sable gros (0/4, 40 %). Jeter sur le support préalablement humidifié à refus. Fine en épaisseur, répartie sur tout le support, non lissée, elle servira d'accroche aux couches suivantes. 24 heures de séchage suffisent généralement avant l'application de la deuxième couche (4 cm). Fixer au préalable les boîtiers électriques à l'aide de vis placo afin

qu'elles soient noyées dans l'épaisseur de la couche à venir. Connecter les gaines aux boîtiers.

Pour une préparation dans une bétonnière de 140 litres, introduire dans l'ordre 2 à 2,5 seaux d'eau, un peu plus de 2 seaux de NHL 3,5 et enfin 4 à 5 seaux de chènevotte. Ajouter au fur et à mesure le complément d'eau nécessaire à l'obtention d'une pâte onctueuse, liquide, mais pas trop. Laisser tourner 5 minutes. Le mélange est jeté à la truelle, taloché grossièrement. En dernier lieu, « remonter le poil » de l'enduit avec la truelle afin de créer de bonnes conditions d'accroche pour la couche finale. Cette dernière pourra être appliquée dès que la deuxième couche est résistante au toucher.

La dernière couche (4 cm) naît du mélange de 2 seaux d'eau, 2 seaux de NHL 3,5, d'1 seau de chaux aérienne CL 90 et 6 seaux de chènevotte. Elle est « jetée »

à la truelle puis aplanie à la taloche. Lorsque la prise est bien démarrée (la taloche n'emporte pas de matière), talocher en surface, sommairement, afin de ne pas écraser l'enduit qui perdrait de ses performances isolantes. Et enfin, quand l'enduit durcit, le frotter dans un geste tournant avec une petite taloche plastique afin de le lisser.

Derniers conseils : les enduits chaux-chambre demandent de la patience, une bonne compréhension du cycle de la chaux et de la physique des supports. N'hésitez pas à vous faire accompagner le temps d'acquérir le savoir-faire ou à réaliser des essais préalables. La chaux aérienne est trempée au minimum la veille, selon la technique de saupoudrage, sans la mélanger. Et enfin, n'oubliez pas que le séchage est complet après 6 mois. Evitez donc d'accrocher vos tableaux de maîtres trop rapidement...

sont affinés, si bien que la conductivité thermique (λ) des briques s'est fortement améliorée pour atteindre chez Chanvribloc, leader en France, un intéressant 0,070 W/(m.K). La porte d'entrée du BBC et des crédits d'impôt associés leur est maintenant ouverte.

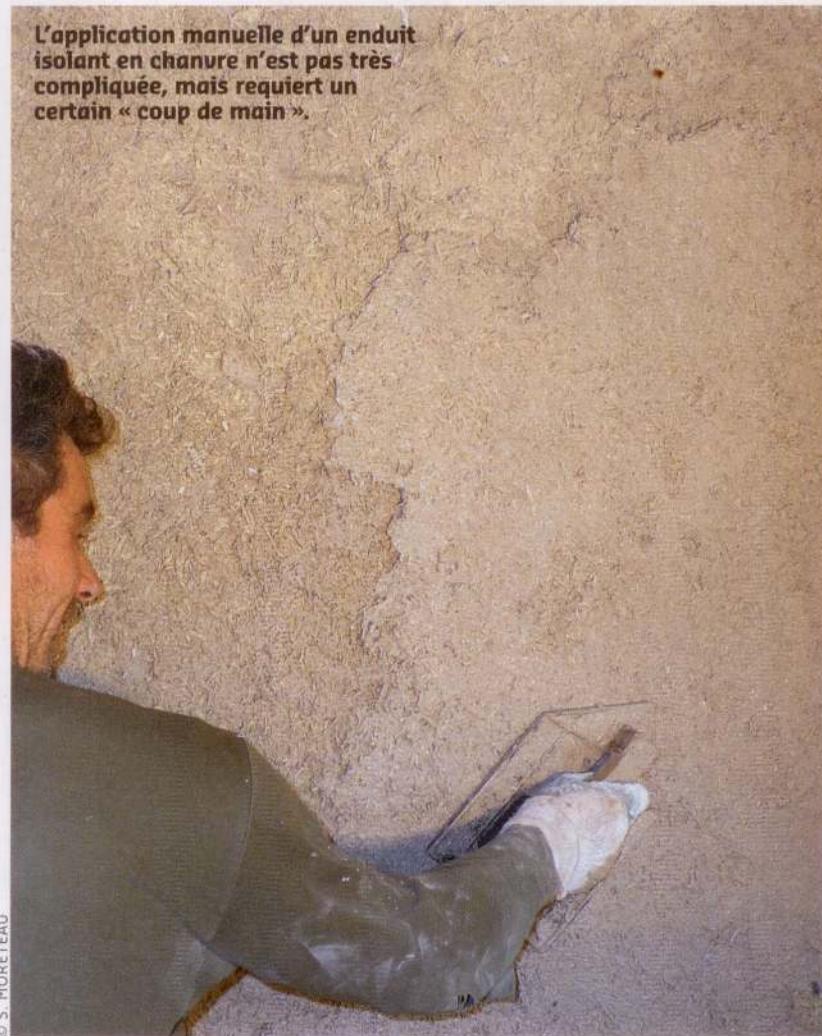
En parallèle, des entreprises ont cherché à mécaniser la réalisation des enduits chaux-chambre. La première machine à projeter française est née à la fin des années 90, grâce à l'ingéniosité de la société SI2C. Depuis, les machines se sont améliorées, tant en fiabilité qu'en débit. Les meilleures permettent de projeter en théorie quelque 6 m³/h. « Raisonnement, une équipe expérimentée de 4 personnes peut projeter, redresser et lisser 80 à 100 m² par jour, indique Benjamin Leroux, gérant de la société Batiéthic. Soit un rendement largement meilleur que ceux atteints par les processus manuels. Autre avantage, le lait de chaux est liquéfié dans la machine. La chènevotte est ajoutée en sortie de buse de projection. Ce procédé requiert beaucoup moins d'eau et de liant que la pose manuelle. Le temps de séchage est dès lors fortement accéléré, la performance thermique est meilleure. Même si le lambda (0,085 W/(m.K)) est moins bon que celui des briques, le chanvre projeté remplit tous les interstices, aussi infimes soient-ils. Les ponts thermiques sont minimisés. »

Notons également un certain engouement des autoconstructeurs pour la réalisation de dalles de chaux-chambre, parfois augmentées de ciment prompt et/ou de pouzzolane qui peuvent remplacer les dalles en béton de ciment.

Les mortiers chaux-chènevotte pour enduits

Les enduits chaux-chambre sont une excellente option d'isolation intérieure dans le bâti ancien. Une

L'application manuelle d'un enduit isolant en chanvre n'est pas très compliquée, mais requiert un certain « coup de main ».



© S. MORÉTÉAU



8 logements sociaux sur 4 étages ont ouvert leurs portes à Paris, rue Bourgon. Jusque-là rien de particulier si ce n'est l'utilisation de chanvre projeté en isolation des parois extérieures. La consommation totale attendue est de 45 kWhep/m².an. Architectes : Atelier-D.

vendue spécifiquement pour la construction et celle, souvent moins chère, vendue comme litière pour cheval? Un représentant de la Chanvrière de l'Aube, leader en France, qui produit Kanabat (habitat) et Cocoon (litière), n'a pas répondu clairement à nos questions sur ce point ! Un conseil dès lors : comparez les prix.

Les autres déclinaisons du chanvre

La filasse (fibres brutes du chanvre avant la phase de cuisson avec le liant thermofusible) peut être utilisée en isolation là où des panneaux ou rouleaux ne font pas l'affaire. Torsadée manuellement, elle est par exemple « bourrée » entre tableaux et huisseries, avant de recevoir une couche d'enduit. Certains négocios vendent également des bandes résilientes en chanvre. Plus souples que le liège, elles permettent d'améliorer la résistance acoustique des cloisons posées sur des sols légèrement irréguliers^[2].

UNE FILIÈRE S'ORGANISE

Les règles professionnelles de la construction à base de chanvre concernent les bonnes pratiques de mise en œuvre de quatre types d'ouvrage en bétons et mortiers de chanvre : les murs, les enduits, les sols, l'isolation de toiture. Le respect des mélanges et des techniques définis promet un produit final de qualité et permet d'obtenir une garantie décennale. Les maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, artisans et assureurs connaissent malheureusement mal le système des règles professionnelles, et dédaignent parfois les bétons et mortiers de chanvre, pour cause de non-assurabilité... Idem pour les organismes publics qui lancent des appels d'offres dans lesquels la possibilité de recourir à des matériaux et/ou techniques bénéficiant des règles pros n'est pas forcément mentionnée. Les établissements recevant du public peuvent pourtant, depuis cette année, contenir des bétons et mortiers de chanvre. Autre nouveauté 2012 : l'obligation de travailler avec des granulats labellisés, qui garantissent une qualité stable du matériau (taux de poussière ou granulométrie).

Éditées pour la première fois en 2006, les règles professionnelles de la construction en chanvre doivent beaucoup au travail et au lobbying de l'association Construire en Chanvre. Constituée en 1998 au lendemain des premières assises nationales consacrées au matériau, l'association avait comme objectif de « *mettre en commun les expériences pour éviter les erreurs et vulgariser le chaux-chanvre en montrant que c'était un produit maîtrisé et assurable* », retrace un membre fondateur. Divers essais ont été faits, des liants adaptés au fonctionnement spécifique de la chènevotte ont peu à peu été créés, les techniques de confection, de mise en œuvre et de construction se sont améliorées.

À CÔTÉ DES RÈGLES PROS

Si elles permettent d'éviter les déboires de mélanges mal dosés, les règles pros ne sont pas un passage obligé. On peut en effet regretter la normalisation des techniques qu'elles entraînent. Certains acteurs de la filière choisissent même carrément de leur tourner le dos, comme les membres de Chanvriers en Circuits Courts

première solution consiste à travailler avec des enduits appliqués directement sur le mur à isoler, souvent en plusieurs couches (voir page 39). Qui n'a jamais été ravi par l'esthétique d'un tel enduit, lumineux, épousant un tableau de fenêtre tout en rondeur? Les enduits isolants nécessitent toutefois une épaisseur importante (8 cm au moins) pour créer un tampon isolant digne de ce nom. Ils constituent de ce fait une solution longue et délicate à mettre en œuvre. Des enduits épais introduisent plusieurs centaines de litres d'eau à l'intérieur de la maison et mettent plusieurs semaines à sécher complètement, voire plusieurs mois. Leur pose sera ainsi sagement planifiée au printemps plutôt qu'en automne surtout si la maison ne possède pas de ventilation permanente. Les mélanges chaux (terre)-chanvre ou plâtre gros-chanvre (non gélif, donc possible en hiver) permettent également l'isolation entre une fenêtre et son tableau si l'interstice ne permet pas l'utilisation d'autres produits plus fins tels les joints d'étanchéité. Il sera recouvert quelques semaines plus tard par un enduit fin chaux aérienne-sable.

La chènevotte « stabilisée »

La chènevotte est parfois utilisée telle quelle. Toutefois, elle craint alors fortement l'humidité. La plupart des fabricants et des professionnels conseillent de la stabiliser en mélange humide (un mélange à sec n'enrobe pas suffisamment la chènevotte) avec un liant (chaux, plâtre, terre) qui la minéralisera, lui donnant ainsi une excellente longévité, une résistance au feu accrue et l'empêchera de développer des moisissures. Elle peut alors être utilisée pour l'isolation par déversement entre les solives ou directement sur les planchers, ainsi que pour l'isolation des combles perdus ou praticables, voire pour l'isolation des murs d'ossature.

Y a-t-il une réelle différence entre la chènevotte

Le chanvre, moteur du développement local

L'exemple de Construir'Éco, ferme du Roucheux (37)

Dans la cour de l'entreprise d'insertion Construir'Éco, à Montreuil-en-Touraine, les palettes de briques de chanvre toutes fraîches attendent de partir vers leur prochain chantier. Isolation par l'extérieur de la maison d'habitants en situation de précarité énergétique, ou construction neuve d'un logement exemplaire... C'est en retapant sa maison, au début des années 2000, que l'actuel directeur de Construir'Éco, Thomas Guillonneau, a pris conscience de l'intérêt du chanvre, comme matériau de construction, et comme moteur possible d'une activité économique très locale. « Nous avions sur place un savoir-faire agronomique puisque du chanvre était produit pour la fabrication de papier. Mais la papeterie prévoyait alors de délocaliser son activité. Restait à mettre en place les autres maillons et notamment l'étape de première transformation. » Les échanges au sein de l'Association pour la valorisation et la promotion du chanvre ligérien (AVPCL) débouchent sur la création d'une coopérative d'utilisation de matériel agricole (CUMA), qui entreprend d'abord de valoriser les graines de chanvre en huile, avant de se lancer dans l'autofabrication

d'une ligne de défibrage. Finalement abandonnée et délocalisée (pour le moment), l'activité de défibrage a cédé la place à la confection de briques de chanvre. « Nous avons travaillé pendant deux ans et demi, notamment avec une personne retraitée du secteur du montage de lignes automobiles », rapporte Thomas Guillonneau. À ces heures de travail s'est ajouté un investissement de 180 000 euros. Le tout a débouché sur une presse qui fonctionne parfaitement. Deux à trois personnes sont affectées à la confection des briques, tandis que le reste de l'équipe les met en œuvre. « Depuis six mois, cette activité occupe à peu près cinq équivalents temps pleins sur les douze emplois de l'activité d'éco-construction. Mais le site, qui s'étend sur 80 hectares, produit aussi des légumes bio. Au total, une cinquantaine de personnes travaillent sur place. » Le chanvre pressé par Construir'Éco fait au maximum une heure de route et les briques bénéficient d'une garantie décennale. « Nous nous sommes appuyés sur les règles professionnelles ainsi que sur les partenariats noués avec des laboratoires de génie civil qui ont testé nos briques. »



(C3), une association qui parie sur l'échelle micro-locale. « Nous travaillons avec des matériaux qui ne sont pas homogènes, décrit Antoine Elleaume d'Éco-Pertica, une des associations qui animent C3. Pour nous, la vraie garantie de la sûreté d'utilisation d'un mélange, c'est la transmission des savoir-faire. » Les membres de C3 insistent sur la provenance du chanvre, qui doit être cultivé à proximité immédiate du lieu de défibrage, et non loin du chantier où il sera utilisé. En trois ans, à force de rencontres et d'heures passées à gamberger, souder, démonter puis tout recommencer, de notables progrès ont été faits dans les rangs de l'association en matière de machines à défibrer. En général, ce sont des ensileuses et/ou des moissonneuses-batteuses aménagées. C3 travaille aussi sur la caractérisation de ses produits. Divers groupes prévoient des achats mutualisés de matériel pour pouvoir évaluer les taux de poussière, la couleur, la granulométrie ou le taux d'humidité des chênevottes qui sortent de leurs défibreuses « maison ». C3 fait par ailleurs partie d'un groupe de travail qui, au ministère de l'Environnement, planche sur « l'analyse des systèmes constructifs non industrialisables ». Comprenez: la validation de techniques de construction traditionnelles et locales. Un béton de

chanvre propre à tel artisan ou tel village, par exemple. « On étudie la possibilité d'un système participatif de garantie, qui serait piloté à l'échelle des territoires, et dans lequel le CSTB interviendrait — mais peu — pour valider le travail des professionnels (producteurs, artisans) réunis autour de la table » explique Antoine Elleaume.

SON AVENIR DANS L'ÉCOCONSTRUCTION ?

Il est difficile de pronostiquer l'issue du « combat » que les fibres de chanvre vont devoir livrer à leurs concurrents. Leur atout premier est le développement de filières courtes. Chaque département possède ou est en voie de créer sa filière chanvre. Ce sera à chacun d'entre nous de favoriser ce développement local. Alors seulement la filière chanvre-construction pourra se pérenniser et s'agrandir.

Il est également important que l'État ou les Régions puissent financer une recherche publique prospective sur ce sujet. N'oublions pas que la France est le premier producteur européen de chanvre ! Les industriels du chanvre doivent également être conscients que leurs produits peuvent être améliorés. Investir dans la recherche et le développement sera pour eux un gage de longévité.



Idéales phoniquement, les cloisons en chaux-chamotte sont légères et relativement simples à réaliser dans leur version banchée.

L'avenir du béton de chanvre et des enduits réside peut-être dans l'association de la chènevotte avec des liants moins gourmands en énergie grise que la chaux, comme la terre ou le plâtre gros. Déjà, plusieurs professionnels ajoutent à leur mélange du plâtre gros en isolation par banchage. Le plâtre permet d'accélérer la première prise, de décoffrer presque instantanément et d'utiliser la chaux aérienne, « la plus belle des chaux », lente à sécher. Les plâtres Vieujoz ont compris les débouchés potentiels de leurs produits plâtre associés au chanvre. Simplichanvre est un liant à base de chaux aérienne et de plâtre gros, destiné à être mélangé à de la chènevotte. À quand des expériences tous azimuts avec de la terre ?

Un tout nouveau produit à base de chanvre est né, dans les Côtes-d'Armor, de l'imagination et du travail, de l'entreprise Terrachanvre. Il s'agit de « ouate de chanvre » à souffler, réalisée selon une technique qui « éclate » un mélange de fibres (80 %) et de chènevotte (20 %). Le résultat semble afficher une conductivité sensiblement égale aux ouates de cellulose. « Nous sommes fiers de proposer ce produit innovant, issu de l'agriculture biologique, comme l'ensemble de notre filière. Les premiers tests s'avèrent très positifs. Le lancement officiel aura lieu en janvier 2013 », annonce Hervé Derrien. À suivre...

Autre piste de recherche : un dosage en liant différencié à l'intérieur même des briques. L'idée est que le centre des briques soit plus dosé en chanvre que la périphérie, cela pour une meilleure performance thermique. L'association Construire en Chanvre étudie également les interactions entre liants et granulats. L'objectif : améliorer les formulations pour aller vers une haute résistance mécanique des bétons de chanvre. Elle étudie par ailleurs le fonctionnement

Recette⁽³⁾ Isolation des murs intérieurs par banchage

Le banchage est un coffrage léger que l'on déplace à mesure de l'avancement du remplissage.

- 1 seau de chaux hydraulique.
- 1 seau de chaux aérienne.

Mélanger dans une bétonnière avec 30 à 40 litres d'eau. Ajouter ensuite 100 litres de chènevotte.

Les enduits peuvent être laissés tels quels ou être recouverts d'un enduit léger à la chaux colorée, par exemple avec des ocres.

hygrothermique de ces mêmes bétons, pour que prochainement ces caractéristiques complexes soient prises en compte dans les réglementations thermiques.

⁽¹⁾ Relire à ce sujet les articles relatifs à la vapeur d'eau des LME n° 65 et 66.

⁽²⁾ Vous pouvez également relire à ce sujet notre précédent dossier sur les cloisons, LME n° 71.

⁽³⁾ D'autres recettes sur www.c-e-s-a.fr/wp-content/uploads/2011/09/FICHE-CHANVRE.pdf, et sur www.technichanvre.com/IMG/pdf/TECHNICHANVRE_Classeur_PUBLIC_Web_-2012-2.pdf. Mais aussi dans les anciens n° de LME (voir la bibliographie).

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

L'isolation thermique écologique, Éd. Terre vivante, J.-P. Oliva et S. Courgey
Matériaux écologiques d'intérieur, Éd. Terre vivante, J.-C. et M. Mengoni
Construire en chanvre — règles professionnelles, Éd. Construire en Chanvre

Dans nos anciens numéros :

Plusieurs n° de votre magazine préféré mettent le chanvre à l'honneur :
N° 71 : Dossier cloisons
N° 67 : Guide des isolants (comparaison de 20 produits à base de chanvre)
N° 65 : Isolation extérieure en briques de chanvre
N° 56 : Planète chanvre, association d'agriculteurs-cultivateurs de chanvre
N° 53 : Deux techniques illustrées chaux-chamotte (enduit et banchage)
N° 44 : Autoconstruction d'une dalle chaux-chamotte